



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL
CURSO DE AGRONOMIA

**Composição química do capim Braquiária nas distintas posições do relevo de um
Argissolo Vermelho Amarelo**

Geiziane de Fátima da Silva

**AREIA - PB
JULHO - 2017**

GEIZIANE DE FÁTIMA DA SILVA

**Composição química do capim Braquiária nas distintas posições do relevo de um
Argissolo Vermelho Amarelo**

Trabalho de conclusão apresentado
à coordenação do curso de
Graduação em Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^a. Vânia da Silva Fraga

Co-orientador: MSc. Tiago de Carvalho Pessoa

**AREIA - PB
JULHO – 2017**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586c Silva, Geiziane de Fátima da.

Composição química do capim Braquiária nas distintas posições do relevo de um
argissolo vermelho amarelo / Geiziane de Fátima da Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
x, 35 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientadora: Vânia da Silva Fraga.

1. Capim braquiária – Pastagem 2. Forragem – Composição química 3. Urochloa
decumbens – Crescimento I. Fraga, Vânia da Silva (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

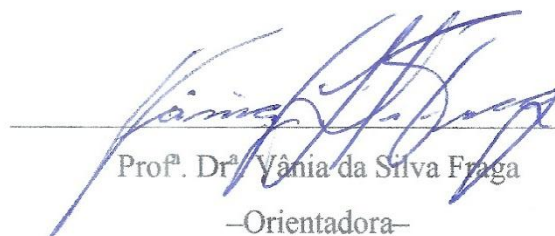
CDU: 636.085.51

GEIZIANE DE FÁTIMA DA SILVA


Aprovada em: 31/07/2017

Trabalho de conclusão apresentado
à coordenação do curso de
Graduação em Agronomia do
Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal da Paraíba,
em cumprimento às exigências para
obtenção do título de Engenheira
Agrônoma.


BANCA EXAMINADORA



Prof.ª Dr.ª Vânia da Silva Fraga
—Orientadora—



MSc. Tiago de Carvalho Pessoa
—Examinador—



MSc. Kalline Almeida Alves Carneiro
—Examinador—

A Deus,

Pai todo poderoso, fonte infinita de bondade, amor e sabedoria, por toda a proteção necessária para superar as dificuldades. A Ti toda honra e toda glória Senhor.

A minha família,

Minha mãe Maria das Neves pelo amor e apoio incondicional. A meu pai Francisco de Assis e meus irmãos por me fortalecerem nos momentos de angústia. A minha amada tia Mariza (*in memoriam*), por seu exemplo de perseverança e amor ao próximo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força e oportunidade de chegar até aqui. Mesmo quando eu achava que não podia mais, Tu me sustentaste senhor.

A meus pais que mesmo diante das dificuldades sempre me incentivaram e encorajaram a nunca desistir. Mãe, Pai, muito obrigada.

A meus queridos irmãos Junio, Lígia e Ioneiton por todo apoio e amor, cada um do seu jeito. A meus sobrinhos amados, que fazem a alegria de nossa casa todos os dias. Amo vocês. A minha tia-avó (Dalinda), A minha tia Mariza (*in memoriam*), que com toda certeza, onde jazer vai estar feliz por essa conquista. As cunhadas Candice e Geruza pelos momentos de descontração, conversas e conselhos.

A James Luís, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis e por acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava. Obrigada por me fazer mais feliz.

Aos amigos de infância e juventude Washington, Múcio, Paulo, Mayara, Janaina (Jane) e Nancielly por toda a amizade, histórias vividas e momentos de cumplicidade. Aos amigos Aline, Darlan, Suelen, Binha, Bruno pelas boas conversas.

A Rennan, pela dedicação e contribuição para o enriquecimento do trabalho.

A turma de agronomia 2012.1 por todos os momentos de descontração, assim como pelas desavenças, pois quando tudo acabar restarão apenas as lembranças de um tempo que não retrocederá.

Aos amigos que o CCA/UFPB me propiciou: Roger, Leo, Carol Marques, Jean Oliveira, Muriel, Luana, Isis, Rafael Jovino, Rielder, Faed, Luzia, Laysa, Nardielle, Pedro e Camilo. Aos amigos da “little house” Taty, Jardel, Nahana, Eduardo, Hellen, Ingrid Duarte, Ulisses (*in memoriam*) e Beatriz Medeiros por todos os momentos felizes.

À professora Aline Ribeiro, por toda amizade, ensinamentos e confiança no meu trabalho. Aos professores Daniel Duarte, Chico Ninha, Márcia Eugênia, e tantos outros que contribuíram de forma significativa para minha formação profissional.

A todos que fazem parte do LabMOS, por todo trabalho, apoio, amizade e momentos de descontração. A Júlia, Antônio e João Ítalo por toda a ajuda e dedicação durante as análises. Ao professor Bruno Dias, por sempre se fazer presente, a Renato pela ajuda de sempre, à querida Kalline por todos os ensinamentos, a Tiago por toda ajuda, incentivo e ensinamentos. Muito obrigada.

A professora Vânia Fraga por seu enorme coração, pela orientação, confiança, paciência, conselhos e ensinamentos nessa jornada, a senhora é um exemplo a ser seguido.

A todos, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO.....	13
2.1 <i>Urochloa decumbens</i>	13
2.2 Influência do relevo na disponibilidade de nutrientes	13
2.3 A importância das pastagens na proteção do solo	14
2.4 Importância da absorção de nutrientes e nutrição de pastagem	15
2.5 A importância das pastagens na alimentação e nutrição animal	16
3 METODOLOGIA	17
3.1 Caracterização da área de estudo	17
3.2 Descrição da encosta.....	18
3.3 Medidas meteorológicas durante o experimento.....	19
3.4 Produção de forragem.....	19
3.5. Caracterização física e química da área estudada.....	20
3.6 Estoque de N, P, K e Na do solo em cada posição do relevo	21
3.7 Análises estatísticas	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÕES	35
6 REFERÊNCIAS	36

LISTA DETABELAS

Tabela 1.	Atributos físicos do solo, na camada de 0-0,20 m de profundidade, nas posições do ombro, meia encosta e pedimento em uma pastagem estabelecida há 20 anos.....	21
Tabela 2.	Atributos químicos do solo, na camada de 0-0,20 m de profundidade, nas posições do ombro, meia encosta e pedimento em uma pastagem estabelecida há 20 anos.....	21
Tabela 3.	Estoque de nutrientes no solo das posições do relevo de uma encosta pastejada há 20 anos, durante 150 dias de avaliação.....	22
Tabela 4.	Valores médios (n=4) do conteúdo de nitrogênio na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	30
Tabela 5.	Valores médios (n=4) do conteúdo de fósforo na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	31
Tabela 6.	Valores médios (n=4) do conteúdo de potássio na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	32
Tabela 7.	Valores médios (n=4) do conteúdo de sódio na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	33
Tabela 8.	Extração de N; P; K e Na em posições topográficas de uma encosta sob pastagem, pastejada por bovinos, em 150 dias de avaliação.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Posições do relevo na encosta (SANTOS et al., 2002 adaptado por BREHM, 2010)	18
Figura 2.	Precipitação mensal nas posições estudadas, durante os meses de maio a setembro, que correspondem ao período chuvoso de 2016 na microbacia hidrográfica de Vaca Brava-PB.....	19
Figura 3.	Gaiola de exclusão e suas dimensões.....	20
Figura 4.	Valores médios (n=4) da produção de matéria seca do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	23
Figura 5.	Diferença de produção, de matéria seca do capim Braquiária, acumulada em 150 dias de avaliação, em três posições do relevo de uma encosta sob pastagem.....	24
Figura 6.	Valores médios (n=4) dos teores de nitrogênio em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	25
Figura 7.	Valores médios (n=4) dos teores de fósforo em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	26
Figura 8.	Valores médios (n=4) dos teores de potássio em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	27
Figura 9.	Valores médios (n=4) dos teores de sódio em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.....	28

RESUMO

A produtividade e a qualidade da forragem nas pastagens do Agreste Paraibano são baixas em função das condições edafoclimáticas da região. O presente trabalho objetivou analisar os teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Sódio, ao longo de um período chuvoso, em uma pastagem de Braquiária (*Urochloa decumbens*) cultivada há 20 anos em três posições do relevo (ombro, meia encosta e pedimento) de uma encosta. O experimento foi conduzido na microbacia hidrográfica de Vaca Brava - PB situada no Brejo Paraibano. A encosta escolhida tem formato côncavo, inserida numa área de 13 ha, com o pasto cobrindo mais de 85% da área, constituído de *Urochloa decumbens*, estabelecida há 20 anos com predominância de um Argissolo Vermelho Amarelo, após escarificação para descompactação do solo, seguida de uma aração para planeamento, não havendo semeadura de novas sementes, o estabelecimento da pastagem foi oriundo da germinação das sementes presentes no pasto. Na área da pastagem não houve prática de reposição de nutrientes durante os anos de consumo do pasto pelos animais, que se alimentam conforme a disponibilidade de forragem ao longo dos anos. A avaliação foi observacional, em um arranjo fatorial de 5x3, sendo cinco datas amostrais e três posições do relevo. Foram analisados a produção de forragem, o teor e o conteúdo de nutrientes em função do total de massa produzido nas gaiolas. Além disso, foi determinada a quantidade de nutrientes que foi exportado pelo consumo do pasto no período total de avaliação (150 dias). Os dados foram analisados, separadamente, comparando cada data amostral (5 datas amostrais), sendo um período amostral separado por 30 dias, e comparados os dados acumulados (120 dias de avaliação). Os valores médios de cada variável analisada, produção de forragem, extração (ou exportação) de nutrientes, teores e conteúdo de N, P, K e Na, foram submetidos a análise de variância e quando pertinentes comparados os efeitos entre posições pelo teste de tukey ($P \leq 0,05$). Verificou-se que a produção de massa seca foi maior no primeiro corte feito aos 30 dias em época chuvosa; A posição da encosta, os intervalos entre cortes e a idade da planta, são fatores que favorecem o desenvolvimento vegetativo; Os maiores teores e conteúdo dos nutrientes foram encontrados na posição pedimento reforçando a tese de que a posição é um fator importante a ser considerado no manejo da paisagem; A extração dos elementos , N, P, K e Na, foi maior na posição do pedimento, seguido da posição do ombro confirmando que a dinâmica de extração, absorção e exportação dos nutrientes pela planta ocorre em função da declividade.

Palavras chave: *Urochloa decumbens*, precipitação pluviométrica, estoque de nutrientes.

ABSTRACT

Productivity and forage quality in the pastures of Agreste Paraibano are low due to region's edaphoclimatic conditions. With this work we aimed to analyze Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Sodium levels during a rainy season in *Urochloa decumbens* pasture grown for 20 years on three relief conditions (shoulder, half slope and pediment) of a Yellow Red Argisol slope. Experiment was conducted in the Vaca Brava hydrographic basin located in Brejo Paraibano. The slope has a concave shape, inserted in a 13 ha area, with pasture covering more than 85% of the area, consisting of *Urochloa decumbens*, established 20 years ago, after scarification to decompress the soil and plow for soil planning, where sowing was done with no new seeds, but only by germination of the seeds present in pasture. It is important to emphasize there was no practice of nutrient replacement in area of pasture during the years of pasture consumption by the animals, which feed according to the availability of forage over the years. We did observational type evaluation, in a 5x3 factorial arrangement, with five sample dates and three relief positions. We analyzed forage production and nutrients content as a function of the total mass produced in the cages. In addition, we determined amount of nutrients exported by pasture consumption in the total evaluation period (150 days). Data were separately analyzed, comparing each sample date (5 sample dates), being each sample period a separated for 30 days, and comparing the accumulated data (120 evaluation days). Data of analyzed variables [forage production, extraction (or export) of nutrients, contents and contents of N, P, K and Na] were submitted to analysis of variance and means comparisons was realized by Tukey test ($p \leq 0.05$). We verified that the dry mass production was higher in the first cut done at 30 days during the rainy season; position of slope, intervals between cuts and plant age are factors that favor the vegetative development; highest nutrient content were found in pediment position, reinforcing the thesis that position is an important factor to be considered in the management of the landscape; extraction of N, P, K and Na elements was higher in pediment position, followed by shoulder position, confirming that the dynamics of extraction, absorption and export of nutrients by the plant also happen as a function of slope.

Keywords: *Urochloa decumbens*, rainfall, nutrients stock.

1 INTRODUÇÃO

A área com pastagens, no Brasil é estimada em 172 milhões de hectares, que equivale a 20% do território nacional, com equivalência à três vezes a área cultivada pelas principais culturas agrícolas (EMBRAPA, 2014). Desses 172 milhões de hectares cerca de 110 milhões são pastagens cultivadas (DIAS-FILHO, 2014). Na Paraíba aproximadamente 1.471.000 hectares são de pastagens naturais, e 210.000 hectares são de pastagens plantadas sendo que destas, 167.000 hectares estão em bom estado de conservação e 42.000 hectares estão em estado de degradação (IBGE, 2012; LIMA et al., 2008) devido à falta de reposição de nutrientes seja por fontes orgânicas e, ou, minerais. Além disso, as pastagens no estado da Paraíba são geralmente cultivadas em áreas de encostas, o que favorece a perda de nutrientes do solo pelo efeito da erosão hídrica (SANTOS et al., 2008).

A *Urochloa decumbens* é a espécie do gênero *Braquiaria* mais utilizada no Brasil, por possuir características adaptativas como tolerância a solos ácidos, disponibilidade de forragem para os animais e sistema radicular que permite proteção contra a erosão, tornando a espécie altamente viável na formação de pastagens em áreas declivosas (ALVIM et al., 2002).

A produção animal tem como fonte de alimento as pastagens, tornando-se uma alternativa competitiva e rentável para a pecuária brasileira. Todavia é de fundamental importância direcionar maiores cuidados ao manejo solo/ planta/ animal, que consiste em condição imprescindível para que as áreas de cultivo de pastos não apresentem estágios de degradação (SANTOS et al. 2010). De modo geral, o manejo animal feito de forma extensiva, não obedece ao ciclo de desenvolvimento das forrageiras, causando, além da deficiência nutricional, outros danos ao solo, tais como acidificação, perda de matéria orgânica e compactação o que diminui a eficiência das pastagens (FERREIRA et al., 2010).

A deterioração das propriedades químicas do solo sob pastagem, normalmente ocorre após explorações extrativistas, com pastoreio intensivo de bovinos, em solos de baixa fertilidade natural, que não recebem a reposição dos nutrientes retirados pelos animais, durante o crescimento do pasto (IEIRI et al., 2010).

Um fator que exerce influência sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo é a matéria orgânica, que depende da entrada e decomposição de resíduos orgânicos. O estoque de carbono e consequentemente os teores de matéria orgânica são fatores que indicam o nível de impacto gerado pela atividade agrícola em um solo, estando ligados ao balanço entre a adição da biomassa na sua incorporação no

solo e a perda de carbono através da decomposição e mineralização. O estoque de carbono e consequentemente os teores de matéria orgânica são fatores que indicam o nível de impacto gerado pela atividade agrícola em um solo (GONÇALVES et al., 2014).

A posição do relevo, na qual a pastagem, principalmente do gênero Braquiária (*Urochloa*), é cultivada atua de forma marcante na nutrição e produtividade da forragem, bem como na qualidade da mesma.

Dentre os nutrientes, o nitrogênio e o potássio são os mais extraídos pelas gramíneas forrageiras (BRAZ et al., 2004; PRIMAVESI et al., 2004; PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2010). Portanto, estão entre os que mais contribuem para aumentar a produtividade das pastagens. Além desses, o fósforo também é outro elemento essencial para as plantas forrageiras sendo responsável pela capacidade de perfilhamento do pasto (OLIVEIRA et al., 2012).

O Nitrogênio acelera a formação e crescimento de novas folhas, melhora o vigor de rebrota, incrementando a sua recuperação após o corte, resultando em maior produção e capacidade de suporte das pastagens (RODRIGUES et al., 2004). O fósforo auxilia no desenvolvimento radicular e o perfilhamento das gramíneas, pois um dos maiores problemas no estabelecimento e na manutenção de pastagens nos solos brasileiros reside nos níveis extremamente baixos de fósforo disponível e total (IEIRI et al., 2010).

O potássio tem alta mobilidade na planta em qualquer concentração, seja dentro da célula, seja no tecido vegetal, no xilema ou no floema. Ele não é metabolizado na planta e forma ligações com moléculas orgânicas de fácil reversibilidade, tornando-o o íon mais abundante nas células vegetais (CALONEGO et al., 2005).

Na nutrição mineral de plantas, o sódio é classificado como elemento benéfico em pequenas quantidades na solução do solo, principalmente para espécies de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4 e CAM, porém em excesso pode provocar problemas osmóticos, desbalanço nutricional ou toxicidade nos vegetais (KORNDÖRFER 2006).

A falta de cuidado com a fertilidade do solo em pastagens cultivadas pode ser um dos principais limitantes para o crescimento das plantas forrageiras (OLIVEIRA et al., 2003; CORRÊA et al., 2007). É de fundamental importância a realização de estudos visando expandir o entendimento da nutrição de espécies forrageiras para o alcance de melhorias nos índices de produtividade da pastagem.

Diante do exposto os objetivos do presente trabalho foram avaliar os teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio e Sódio, ao longo de um período chuvoso, em uma pastagem de Braquiária (*Urochloa decumbens*) cultivada há 20 anos em três posições do

relevo (ombro, meia encosta e pedimento) de uma encosta com predominância de Argissolo Vermelho Amarelo. Verificar se os teores de nutrientes variam em função da posição na encosta; Verificar em qual idade de corte ocorre a maior produção da pastagem e a maior absorção de nutrientes; Avaliar se os teores de Na têm relação com a posição do relevo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Urochloa decumbens*

As pastagens podem ser nativas ou cultivadas. Atualmente, as forrageiras cultivadas que foram introduzidas no Brasil advindas da África e permanecem em uso são as do gênero Braquiária que possuem uma alta capacidade de suporte, em relação a outras gramíneas (ALVIM et al., 2002).

No Brasil, a maior parte da produção de matéria seca para a alimentação do rebanho bovino de corte está fundamentada em pastagens com forrageiras do gênero *Urochloa*, conhecidas como braquiárias (ARAÚJO et al., 2009).

O capim Braquiária (*Urochloa decumbens*) é uma gramínea perene, estolonífera com hábito de crescimento de semi-ereto a prostrado, de origem Africana, dispõe de raízes fortes, adaptando-se e apresentando boa produtividade, pode se desenvolver em solos férteis, ácidos, assim como em solos que são calcários e pedregosos com pH próximo a 8,5. Também se estabelece em clima moderadamente úmido, porém não tolera inundações prolongadas (VELASCO, 2011).

Entre as principais características das forrageiras, podemos destacar sua boa capacidade de perfilhamento, rusticidade, tolerância a estiagem em razão do sistema radicular bastante desenvolvido, boa formação de cobertura do solo, elevada produção de biomassa, alta relação Carbono/Nitrogênio (C/N) conferindo uma eficiente ciclagem de nutrientes, resistência a pragas e doenças e efeito alelopático sobre invasoras, todos estes fatores, estão presentes, na maioria das vezes, nos capins do gênero Braquiária (PORTES et al., 2000).

2.2 Influência do relevo na disponibilidade dos nutrientes

O relevo desempenha um papel de grande importância em se tratando da distribuição espacial de partículas de solo, matéria orgânica do solo, de nutrientes e de condições hidrológicas ao longo da paisagem (MUÑOZ et al., 2014).

O tipo de relevo pode exercer influência sobre o solo, uma vez que pode afetar na redistribuição de água e sedimentos, refletindo na produtividade das culturas. De acordo

com (KUMHALOVA e MONDRY, 2014; ZHU et al., 2015) o relevo, é um dos principais fatores que afetam a produtividade das culturas através do escoamento superficial, evaporação e transpiração e nas variações espaciais das propriedades do solo.

A exploração de pastagens em áreas de relevo ondulado, permitem o carregamento de sedimentos das posições superiores (ombro) das encostas até as inferiores (pedimento), SANTOS et al., (2002), GALVÃO et al., (2005) e BREHM (2010), afirmam que os maiores teores de areia foram encontrados na posição do pedimento, em comparação, aos teores das posições do ombro e da meia encosta.

Segundo Oliveira (2015) o deslocamento de nutrientes pode ser potencializado pela declividade da área, paralelo a isto, os nutrientes são carregados pelo deflúvio encosta abaixo, fazendo com que haja uma maior estratificação da fertilidade.

Independente do histórico de manejo, em áreas de relevo com topossequências côncavas, observa-se uma maior variabilidade nos atributos do solo e da planta do que em áreas de relevo lineares (MONTANARI et al., 2005).

De modo geral, as pastagens apresentam boa eficiência no tocante a redução de perdas por erosão em relação às culturas anuais, devido à efetiva cobertura vegetal que as gramíneas oferecem ao solo (DECHEN et al., 1981; DIAS-FILHO, 2011).

2.3 A importância das pastagens na proteção do solo

O uso de plantas de cobertura oferece condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura e fundamenta a sustentabilidade dos sistemas de produção, uma vez que seu sistema radicular bem desenvolvido no solo como é o caso das gramíneas, têm grande importância na reestruturação da camada arável, tornando o solo mais resistente à ação do impacto das gotas de chuva e menos propenso à erosão (SILVA et al., 2007).

A Braquiária É uma forrageira recomendada para uso de encostas e sujeitos a erosão, pois devido a seu crescimento, promove uma boa cobertura do solo (ALMEIDA, 2016). Estas forrageiras apresentam boa relação (C/N), possibilitando a longevidade da cobertura do solo (JAKELAITIS et al., 2004), necessária em regiões que a decomposição é acelerada pelas altas temperaturas aliadas às altas umidades proporcionadas pelo grande volume de chuvas, sendo necessária a adoção de espécies que produzem quantidades de matéria seca suficientes para obter cobertura do solo durante toda a safra agrícola (KLIEMANN et al., 2006).

As plantas de cobertura, utilizam seu sistema radicular para fazer a extração dos nutrientes que se encontram em camadas mais profundas do solo, dessa forma esses

nutrientes vão ser disponibilizados superficialmente, após o manejo da fitomassa e a decomposição pela ação do ambiente. Do ponto de vista físico, a melhoria da qualidade do solo promovida pelas plantas, através da sua descompactação, ao contrário do que acontece com os implementos agrícolas, ocorre de maneira uniforme em toda camada explorada pelo sistema radicular, condicionando o solo para o adequado desenvolvimento das plantas (CAMARGO e ALLEONI, 1997).

2.4. Importância da absorção de nutrientes e nutrição da pastagem

O manejo de nutrientes é mais complexo sob pastejo, por causa da distribuição heterogênea dos excrementos animais nas pastagens e dos efeitos do pisoteio, que contribuem para aumentar a compactação do solo no local e as perdas de nutrientes, os animais influenciam a redistribuição de nutrientes pelo consumo, via desfolhação da pastagem, e pelo seu retorno para o solo, via excreção (FERREIRA et al., 2009).

As Braquiárias são espécies com elevado potencial de produção de forragem em solos férteis ou corrigidos com a adubação (SOARES FILHO 1994). Quando manejada de forma extensiva, a Braquiária tem potencial produtivo de forragem chegando a 2-8ton/ha/ano, quando adubada, esse potencial pode chegar a 28 ton/ha/ano, e sendo irrigada pode chegar a 38 ton/ha/ano (ALMEIDA, 2016). Além disso, a baixa fertilidade natural dos solos, o manejo inadequado das pastagens com sobrecarga animal nos períodos secos e a não reposição dos nutrientes extraídos do sistema pelo pastejo são fatores que limitam o rendimento quantitativo e qualitativo dessas pastagens (ARAÚJO et al., 2009).

A demanda de nutrientes pelas plantas forrageiras, varia em função do tipo de solo, dos níveis de adubação, das espécies utilizadas e da intensidade de uso das pastagens. Dessa forma, a queda de vigor e disponibilidade de forragem pode ser fruto do esgotamento de, principalmente: fósforo, nitrogênio e potássio, que foram exportados da pastagem através de produtos animais e pela ação do tempo. O nitrogênio contido nos resíduos vegetais tende a ser imobilizado pelos microrganismos, de modo que não fica prontamente disponível para as plantas (BRANCO 2000).

Nos primeiros 30 dias (período de estabelecimento da pastagem) a demanda de nitrogênio e potássio são menores quando comparadas a de fósforo. Porém há uma inversão à medida que a planta forrageira vai se desenvolvendo, principalmente na fase de utilização sobre pastejo, ou seja, a demanda de fósforo externa diminui enquanto a de nitrogênio e potássio aumenta (VILELA et al., 1998). Pode-se dizer que a deficiência de nitrogênio é uma das principais causas de degradação de pastagens cultivadas, de modo

que a orientação de manejo da adubação é fundamental para o bom desempenho do pasto e consequentemente do animal

De todos os nutrientes, o N é quantitativamente o mais importante para o crescimento das plantas (ENGELS e MARSCHNER, 1995; PRIMAVESI et al., 2006) e de pastagens estabelecidas com gramíneas (MONTEIRO et al., 2004), e o segundo fator mais limitante (o primeiro sendo a água) para o desenvolvimento das forrageiras (JARVIS et al., 1995).

A baixa disponibilidade de P na maioria dos solos brasileiros reduz o perfilhamento e retarda o desenvolvimento das gramíneas forrageiras, que interferem na proteção da cobertura vegetal sobre o solo, e, consequentemente, no estabelecimento de plantas invasoras (ROSSI e MONTEIRO, 1999; SOUZA et al., 1999).

Costa et al. (2010) avaliando a extração de nutrientes pela fitomassa do gênero *Urochloa*, verificaram que a máxima extração de macronutrientes pelos cultivares de *Brachiaria* (*Urochloa brizantha*) seguiu a ordem decrescente para os macronutrientes $K > N > P > Mg > S$.

A habilidade de uma planta para obter quantidades suficientes de K, Ca, Mg ou outros nutrientes para um bom crescimento e desenvolvimento pode depender não apenas do teor e da forma disponível do nutriente no meio de crescimento, mas também de outros fatores que alteram sua absorção. No caso dos cátions, tem sido evidenciada a importância de outros presentes no meio de crescimento para a absorção de determinado cátion pela planta (BATISTA e MONTEIRO, 2010).

2.5 A importância das pastagens na alimentação e nutrição animal

A produção animal, em especial a de bovinos torna-se fundamental para o fornecimento de produtos para o consumo humano, como carne, couro, leite e seus derivados. Os animais, assim como os seres humanos, precisam de uma alimentação adequada e de forma balanceada para o bom funcionamento de seu organismo, ganho de peso e a agregação de valor, qualidade da forragem ingerida e sua digestão pela microbiota ruminal está diretamente relacionada com o seu desempenho (VELASCO, 2011).

Medeiros et al., (2015) afirmaram que o bovino tem necessidades diárias de proteínas, energia, água, exigências específicas de fibras, necessárias para o bom funcionamento do trato digestório, vitaminas e minerais (macrominerais e microminerais) que por sua vez, essas exigências estão relacionadas basicamente em função do peso vivo do animal e de seu nível de produção, sendo os macrominerais são mais exigidos que os

micro, pelo fato de estarem contidos em maior quantidade no organismo dos animais. Os autores ainda explicam que cálcio, magnésio, fósforo, potássio, sódio, cloro e enxofre são os macrominerais mais exigidos pelos bovinos, enquanto que os microminerais são: cobalto, cobre, ferro, iodo, manganês, selênio e zinco, cromo, molibdênio e níquel.

As peculiaridades dos sistemas produtivos no Brasil, onde predominam condições climáticas adversas e solos de baixa fertilidade, afetam negativamente a qualidade nutritiva das forrageiras, proporcionando, em muitos casos, limitações no consumo de nutrientes e até no atendimento das exigências nutricionais dos animais (BRAZ et al., 2002).

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O experimento foi conduzido na microbacia hidrográfica de Vaca Brava (06°57'48" e 06°59'43" de latitude S e 35°44'03" e 35°45'59" de longitude O) (SANTOS e SALCEDO, 2010) que possui predominantemente dois tipos de uso do solo, uma área de reserva ecológica e outra de agropecuária familiar (794 ha), que juntas ocupam uma superfície de 1.500 ha⁻¹ distribuídas entre os municípios de Areia/PB e Remígio/PB. A maior parte da microbacia, incluindo a reserva ecológica está localizada no município de Areia/PB, inserida na mesorregião do agreste e microrregião do brejo paraibano, com clima tropical chuvoso do tipo AS', quente e úmido (Köppen, 1936). Pluviosidade média histórica anual, de 1.200 mm, com déficit hídrico de setembro a janeiro e um relevo ondulado a fortemente ondulado com temperatura média anual de 24°C e umidade relativa média de 80% (BRASIL, 1972). Uma parte da microbacia está antropizada, explorada pela agricultura familiar, onde a principal atividade é a criação extensiva de animais (SANTOS et al., 2002) sem qualquer suporte técnico.

Os solos que predominam na microbacia são uma associação de Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico e Neossolo Litólico Eutrófico e, em menor proporção, o Neossolo Regolítico e o Latossolo Amarelo Distrófico (JACOMINE et al, 1972; EMBRAPA, 2006). Nas áreas com declividade mais acentuada o solo predominante é o Argissolo Vermelho Amarelo, que normalmente possui uma transição abrupta entre a camada superficial, com textura predominantemente arenosa, com a camada argilosa da subsuperfície (SANTOS et al., 2002).

A encosta avaliada localiza-se no município de Areia-PB com predominância de solo denominado Argissolo Vermelho Amarelo, o qual foi caracterizado química e fisicamente (EMBRAPA, 1997), conforme sua posição topográfica.

Até 1963 a área era utilizada para o cultivo de feijão, milho, mandioca e hortaliças; em seguida iniciou-se o ciclo da cana de açúcar que durou de 1963 até 1965, e a partir de 1965 começou-se o cultivo de pastagem para criação extensiva de animais. Atualmente a área está sob pastagem que foi plantada há 20 anos.

3.2 Descrição da encosta

A encosta tem o formato côncavo, (localizada a 6°57'55,9" de latitude S e 35°46'14,4" de longitude O), inserida numa área de 13 ha, com o pasto cobrindo mais de 85% da área, constituído de *Urochloa decumbens* estabelecida há 20 anos, após escarificação para descompactação do solo, seguida de uma aração para planeamento, não havendo semeadura de novas sementes, sendo o estabelecimento da pastagem oriundo da germinação das sementes presentes no pasto. Isto foi possível devido à alta viabilidade de germinação das sementes da pastagem e baixa incidência de espécies invasoras. No ano de 2016, essa área passou por duas destocas (retirada de plantas indesejadas, invasoras e espontâneas, com o objetivo de deixar apenas a cultura principal na área), seguida da queima dos restos culturais destocados, a fim de inibir a propagação da espécie invasora.

Na pastagem não há prática de reposição de nutrientes durante os anos de consumo do pasto pelos animais, que se alimentam conforme a disponibilidade de forragem ao longo dos anos.

As variadas formas das encostas resultam em diferentes declividades ao longo da paisagem do relevo, nas posições de topo, ombro, meia encosta, pedimento e várzea (SANTOS et al. 2002). A encosta em estudo era composta pelas posição do ombro, meia encosta e pedimento (Figura 1), apresentando-se com uma declividade de 12,3%; 24% e 16,7%.

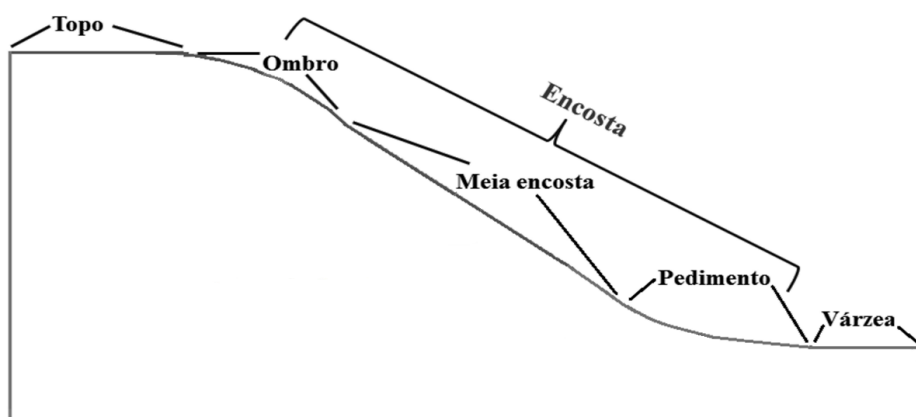


Figura 1. Posições do relevo na encosta (SANTOS et al., 2002 adaptado por BREHM, 2010).

3.3 Medidas meteorológicas durante o experimento

Os dados de precipitação pluviométrica (Figura 2), foram coletados em uma estação meteorológica (modelo HOBO® U30/NRC da Onset, Massachusetts, EUA). A estação foi instalada em área aberta dentro da pastagem e protegida da ação dos animais por uma cerca feita de estacas de sabiá e tela de arame.

Durante o período experimental a precipitação variou de 14,2 a 217 mm da instalação aos 0 dias (primeiros 30 dias de avaliação) (Figura 2), aos 120 dias houve uma redução na precipitação, coincidindo com o final do período chuvoso.

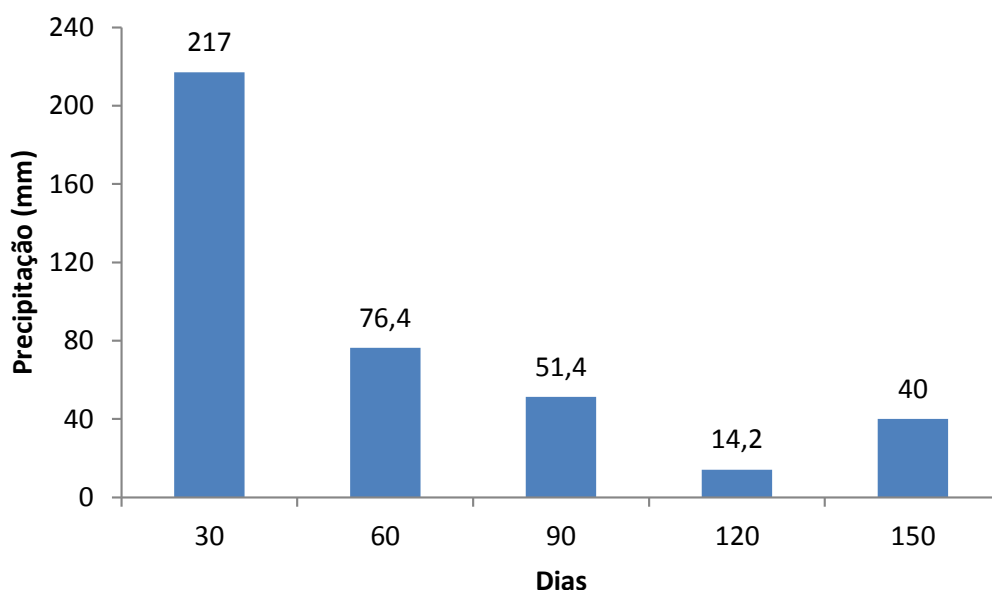


Figura 2. Precipitação mensal nas posições estudadas, durante os meses de maio a setembro, que correspondem ao período chuvoso de 2016 na microbacia hidrográfica de Vaca Brava-PB.

3.4 Produção de forragem

A produção de forragem foi analisada em diferentes posições da encosta (Figura 1), utilizando gaiolas de exclusão (Figura 3). Neste método, as estimativas foram feitas basicamente a partir da diferença entre a biomassa de forragem presente dentro e fora das gaiolas, durante um período de pastejo. O uso de gaiolas de exclusão é indicado em sistemas de pastejo contínuo, para estimar a produção forrageira e o consumo animal (ALMEIDA e NASCIMENTO-JÚNIOR, 2001; MACIEL et al., 2014). As gaiolas de exclusão (área de 0,160 m²) foram fabricadas com barras de ferro 3/4, nas dimensões de 0,40 m de comprimento, 0,40 m de largura e 0,60 m de altura (sendo 0,20 m da altura destinada para fixação) e revestidas com tela de arame galvanizado número 18.

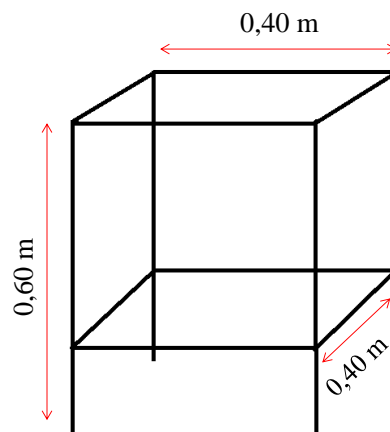


Figura 3. Gaiola de exclusão e suas dimensões.

O pasto dentro da gaiola de exclusão foi cortado na mesma altura do pasto no lado de fora das gaiolas, com ajuda de tesouras, a cada 30 dias, durante todo o período chuvoso do ano 2016. Após cada corte, as gaiolas foram mudadas de lugar sempre obedecendo à declividade de cada posição na encosta, enquanto, o pasto coletado foi pesado para determinação do teor de umidade, armazenado em sacos de papel previamente identificados, e deixados para secar em estufa a 65°C até atingir peso constante, para determinação da matéria seca e em seguida foram moídos. As amostras foram digeridas com uma mistura de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (THOMAS et al., 1967) para serem analisados os teores de P ((MURPHY e RYLEY, 1962), K e Na (EMBRAPA, 1997) e nitrogênio (N) total pelo método de Kjeldahl (BREMNER e MULVANEY, 1982).

3.5 Caracterização física e química da área estudada

Antes da instalação do experimento, amostras de solo representativas de cada posição do relevo foram coletadas e analisadas quanto as suas características químicas e físicas. As amostras de solo foram secas ao ar e tamisadas em peneira de 2 mm, para caracterização física (EMBRAPA, 1997) e química: pH, bases trocáveis e acidez trocável (EMBRAPA, 1997), C orgânico total (SNYDER e TROFYMOW, 1984), fósforo e potássio extraíveis por Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997), (Tabelas 1 e 2).

Posição	AT	Silte	Argila	ADA	Ds	Dp	PT	Classificação Textural
	-----g kg ⁻¹ -----				---g cm ⁻³ ---		%	
Ombro	652	71	277	19	1,59	2,59	39	Franco argilo arenoso
M. encosta	672	57	271	19	1,59	2,60	39	Franco argilo arenoso
Pedimento	777	67	157	13	1,52	2,58	41	Franco arenoso

Tabela 1. Atributos físicos do solo, na camada de 0-0,20 m de profundidade, nas posições do ombro, meia encosta e pedimento em uma pastagem estabelecida há 20 anos.

AT = Areia total; ADA = Argila dispersa em água; Ds = Densidade do solo em campo (Método do anel); Dp= densidade de partícula; PT = Porosidade total (1-(Ds/Dp)); Caracterização determinada pelo método da Embrapa (1997).

Posição	pH ¹	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	SB	CTC	V	m	COT
		-----mg kg ⁻¹ -----			-----cmol _c kg ⁻¹ -----				-----%-----		-----g kg ⁻¹ -----		
Ombro	5,37	4,89	72,3	2,6	0,95	0,60	5,21	0,10	1,75	6,96	25,1	5,35	10,2
M. encosta	5,46	4,60	124	3,0	0,93	0,61	4,16	0,10	1,87	6,03	31,0	4,99	11,1
Pedimento	5,88	5,02	106	0,4	0,76	0,73	3,41	0,00	1,76	5,17	34,0	0,00	8,62

Tabela 2. Atributos químicos do solo, na camada de 0-0,20 m de profundidade, nas posições do ombro, meia encosta e pedimento em uma pastagem estabelecida há 20 anos.

⁽¹⁾ pH determinado em água (1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺, (H⁺+ Al³⁺), Al³⁺; Na, K e P, foram determinadas pela metodologia da Embrapa (1997); COT (SNYDER e TROFYMOW, 1984). SB= Soma de bases (Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + Na⁺) todos os elementos foram convertidos para cmol_c kg⁻¹; CTC do solo = Capacidade de troca catiônica [SB + (H⁺ + Al³⁺)]; V= Saturação por bases (SB/CTC) x 100; m= Saturação por alumínio [(Al³⁺/SB + Al³⁺)*100]; COT= Carbono Orgânico Total. Obs. a acidez determinada, foi a acidez potência a pH 7 (extraída por acetato de cálcio).

3.6 Estoque de N, P, K e Na do solo em cada posição do relevo

A estimativa do estoque de N do solo foi feita através do teor de N estimado pela relação C/N, sendo obtida da análise química do carbono orgânico total (COT) do solo (Tabela 2), levando em consideração a relação C/N do solo como sendo de 11/1, 11 partes de carbono para uma de nitrogênio (GALVÃO et al., 2005). Esse cálculo é possível e confiável, porque cerca de 98% do N do solo, está associado ao carbono do solo.

Após obtenção dos valores estimados de N, os estoques dos elementos avaliados, foram calculados de acordo com RAPOSO (2013). Tendo como base de referência o teor de nutrientes em g kg⁻¹, sendo assim os teores de nutrientes da (Tabela 2), aqueles que não estão em g kg⁻¹, foram convertidos para essa unidade.

O estoque de carbono, nitrogênio, fósforo, potássio e sódio foram calculados com base na massa de solo equivalente, pela expressão:

$$\text{Estoque de nutrientes (Mg ha}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{Nu} \cdot \text{Ds} \cdot \text{e})}{10}$$

10

Onde:

Nu= teor de nutrientes (g kg^{-1}); Ds= densidade do solo (g cm^{-3}); e= espessura do solo (cm). O estoque dos nutrientes está apresentado em Mg ha^{-1} (1000 kg ha^{-1}) ou em kg ha^{-1} , dependendo do teor desse elemento no solo.

Posição	N (Mg ha^{-1})	P (kg ha^{-1})	K (kg ha^{-1})	Na (kg ha^{-1})	COT (Mg ha^{-1})
Ombro	2.96	15.55	229.9	8.27	32.4
Meia encosta	3.50	14.63	394.3	9.54	35.3
Pedimento	2.71	15.26	322.2	1.22	26.2

Tabela 3. Estoque de nutrientes no solo das posições do relevo de uma encosta pastejada há 20 anos, durante 150 dias de avaliação.

A tabela 3 foi elaborada, com as informações contidas na tabela 2. A determinação do estoque de nitrogênio do solo, foi efetuada, após a estimativa do teor de N pelo teor de COT (g kg^{-1}), calculada em função de uma relação C:N de 11:1 (GALVÃO et al., 2005), levando em consideração que aproximadamente 98% do N do solo está associado ao carbono do solo; Os demais estoques foram calculados de acordo com os valores da tabela 2 convertidos para g kg^{-1} .

3.7 Análise Estatística

A avaliação executada é do tipo observacional desenvolvida em um arranjo fatorial de 5x3, correspondendo a cinco datas amostrais e três posições do relevo.

Foram analisados a produção de forragem, o teor de nutrientes, o conteúdo de nutrientes em função do total de massa produzido nas gaiolas e a quantidade de nutrientes poderia está sendo exportado pelo consumo do pasto no período total, de avaliação (150 dias).

Os dados foram analisados, separadamente, comparando cada data amostral (5 datas amostrais), sendo os períodos amostrais separados por 30 dias, e comparados os dados acumulados (120 dias de avaliação). Foram submetidos a análise de variância e comparados os efeitos entre posições pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$), utilizando o programa estatístico (Sisvar, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) para a produção de matéria seca (Figura 4) observa-se, que quando comparadas as posições dentro dos mesmos dias de avaliação, houve diferença significativa na posição do pedimento no corte feito aos 30 dias, neste caso, é possível que a produção de massa seca tenha sido influenciada pela disponibilidade hídrica com uma maior precipitação em relação aos meses de menor precipitação como pode ser verificado na (Figura 2).

Figura 4. Valores médios ($n=4$) da produção de matéria seca do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.

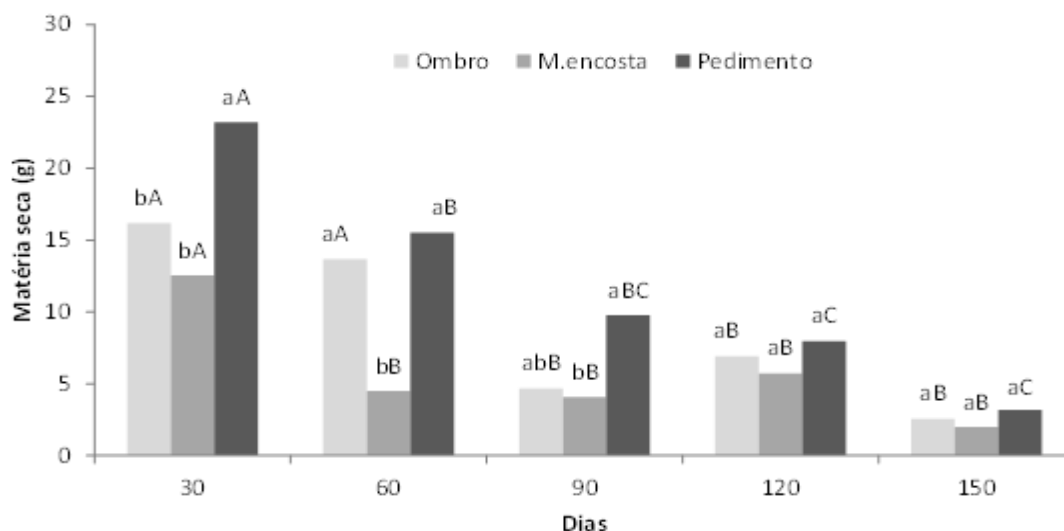


Figura 4. Valores médios (n=4) da produção de matéria seca do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível $p \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição.

Os resultados observados nas médias apresentadas na (Figura 4), evidenciam que no primeiro corte nas posições ombro, meia encosta e pedimento, feito no mês de maio de 2016, a precipitação pluviométrica refletiu de forma positiva na produção de matéria seca, quando comparadas com os cortes subsequentes, onde os teores de matéria seca foram menores estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Os resultados observados neste estudo diferem dos que observou (MARI, 2003), que relatou que conforme se distanciam os cortes das forragens, ocorre um aumento dos teores de matéria seca, e que se deve manter a periodicidade dos cortes com relação à altura do perfilho para manter a estabilidade dos mesmos. No presente estudo à medida que os cortes se distanciam, a produção cai significativamente ($p \leq 0,05$) em virtude do que foi mencionado anteriormente, da diminuição das chuvas (Figura 2) o que tem relação direta com a disponibilidade de água útil no solo (REBEQUI, 2015), para o desenvolvimento das plantas. Este autor também verificou que com o passar do tempo, a planta para de crescer, e começa a senescer (produção de serrapilheira) como consequência da diminuição da água disponível no solo.

Segundo Costa et al., (2006) enfatizaram que a produção de massa seca se elevou proporcionalmente ao aumento do intervalo entre cortes, porém o valor nutritivo (N, P, K e Mg) da forrageira diminuiu. Os autores relataram que os intervalos entre cortes mais adequados para o capim Marandu foram entre 42 e 70 dias sem sombreamento, visando

a obtenção de maiores rendimentos de massa seca (MS). Como no presente estudo foram utilizados dados observacionais, ou seja, sem manejo de adubação ou quaisquer outras ações de interferência direta na área, o insumo de maior influência nessa passa a ser o da água das chuvas e da disponibilidade hídrica no solo.

Conforme a (Figura 5) é possível perceber nitidamente que a produção de matéria seca se sobressaiu na posição do pedimento em relação ao ombro e meia encosta, confirmando que o fator posição deve ser considerado no manejo da paisagem como pode ser verificado na (Tabela 1), que aparentemente é mais influente que os teores dos nutrientes do solo da (Tabela 2), indicando que as características físicas, principalmente a inclinação do relevo e a compactação do solo determinam muitas das diferenças observadas entre as posições.

Matéria seca (%)

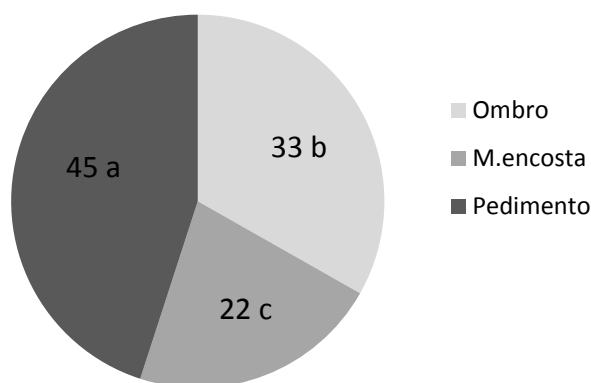


Figura 5. Diferença de produção, de matéria seca do capim Braquiária, acumulada em 150 dias de avaliação, em três posições do relevo de uma encosta sob pastagem.

As propriedades do solo em que se observam variações expressivas no tocante as diferenças geomorfológicas estão relacionadas às características físicas e químicas (CANELLAS et al. 2000; CHIVAGO et al., 2007).

Brito et al., (2006) afirmaram que a posição é um fator importantíssimo a ser considerado no manejo da paisagem levando em consideração que seus atributos terão peculiaridades em cada um de seus seguimentos.

Teores dos nutrientes N, P, K e Na em amostras de *Urochloa decumbens*, ao longo de 150 dias de avaliação, em três posições do relevo de uma encosta sob pastagem.

Com base nos resultados do teste de Tukey ($p \leq 0,05$) (Figura 6) observa-se, que para a variável teor de Nitrogênio em função dos dias de corte, não houve efeito

significativo na interação entre os fatores posição da encosta dentro dos mesmos dias de avaliação, bem como entre os fatores posição x corte. Porém, quando avaliado o fator corte (dias) nas distintas posições, observou-se que houve uma diferença significativa da posição pedimento no corte feito aos 120 dias.

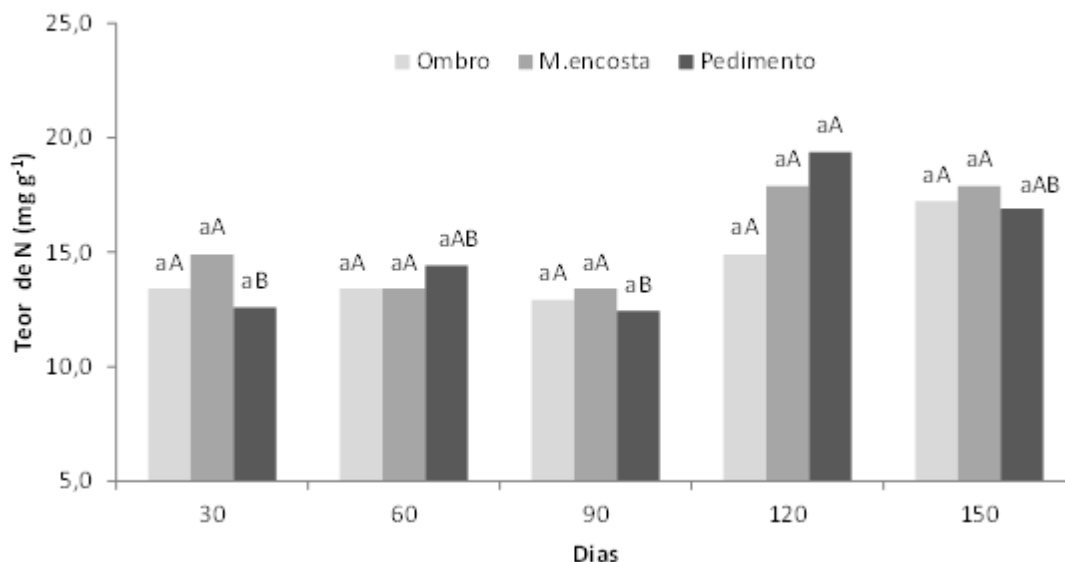


Figura 6. Valores médios (n=4) dos teores de nitrogênio em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição.

Tal fato pode estar ligado a precipitação associada a temperatura adequada desse período, ao intervalo de cortes e a idade da planta, favorecendo o desenvolvimento vegetativo do capim braquiária com maior extração dos nutrientes requeridos, como é o caso do nitrogênio, bem como, a lixiviação desses nutrientes das posições mais altas para o pedimento. Demonstrando que as condições climáticas, a posição da encosta e os intervalos entre cortes, podem contribuir para um maior teor proteico na gramínea.

De acordo com Monteiro et al. (2004), as alterações na pluviosidade e na temperatura são altamente determinantes na absorção de nutrientes e no crescimento das plantas forrageiras, o que resulta em concentrações não uniformes dos nutrientes no decorrer do ano. Os autores enfatizaram a influência da idade da planta e/ou do período de crescimento na absorção de nutrientes.

Para a variável teores de fósforo em função dos dias de corte (Figura 7) não houve efeito significativo na interação entre os fatores posição da encosta dentro dos mesmos dias de avaliação pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), porém houve entre os fatores posição x

dias aos 120 dias de avaliação, os menores valores de teores de P observados nesse tempo, provavelmente é devido aos menores valores de precipitação, nesse período (Figura 2).

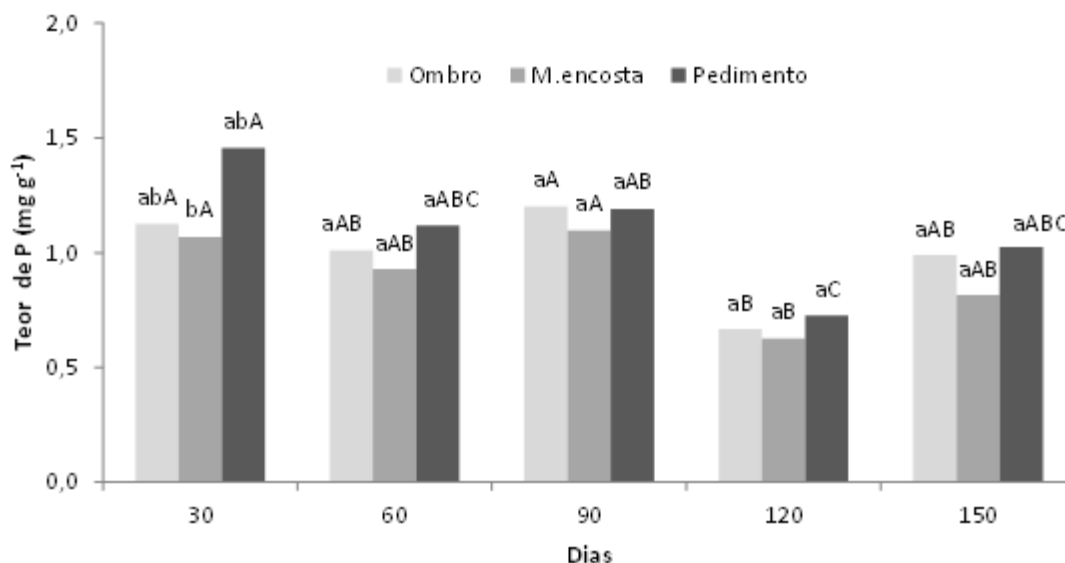


Figura 7. Valores médios (n=4) dos teores de fósforo em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição.

Quando comparado a interação fator corte (dias) nas distintas posições, observou-se que no primeiro corte, feito aos 30 dias, houve uma diferença significativa do teor de fósforo na posição pedimento, sendo superior ao teor de fósforo da posição da meia encosta e igual ($P \leq 0,05$) ao teor de fósforo da posição do ombro.

Isso pode ser explicado pelo fato do experimento ter sido iniciado em um período chuvoso, indicando que os teores de fósforo nas plantas forrageiras pode ter comportamento estacional, como explicam SOUTELLO et al. (2003), avaliando a importância do fósforo na suplementação mineral de bovinos de corte, que as variações de fósforo na *Brachiaria brizantha* e nas forrageiras do gênero *Panicum* têm comportamento estacional, onde os autores encontraram na braquiária concentrações de 0,11 e 0,13% de fósforo na estação seca e chuvosa, respectivamente.

Gatiboni (2003), estudando a disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas, explica que em função da baixa disponibilidade de P em solos intemperizados de ecossistemas naturais, diversos mecanismos são utilizados pelas plantas e organismos adaptados para aumentar a eficiência de absorção de P. As estratégias podem ser de caráter morfológico, como mudanças na morfologia das raízes e a associação com fungos

micorrízicos ou, de caráter bioquímico ou fisiológico, como a mobilização do P inorgânico vacuolar, a secreção de ácidos orgânicos e a ativação de genes para mudanças nos carregadores de P.

Com relação ao teor de K (Figura 8), observou-se que não houve diferença significativa entre as posições dentro dos mesmos dias de corte, o que pode estar relacionado com a incidência das chuvas que foi maior nos primeiros meses de avaliação (Figura 2).

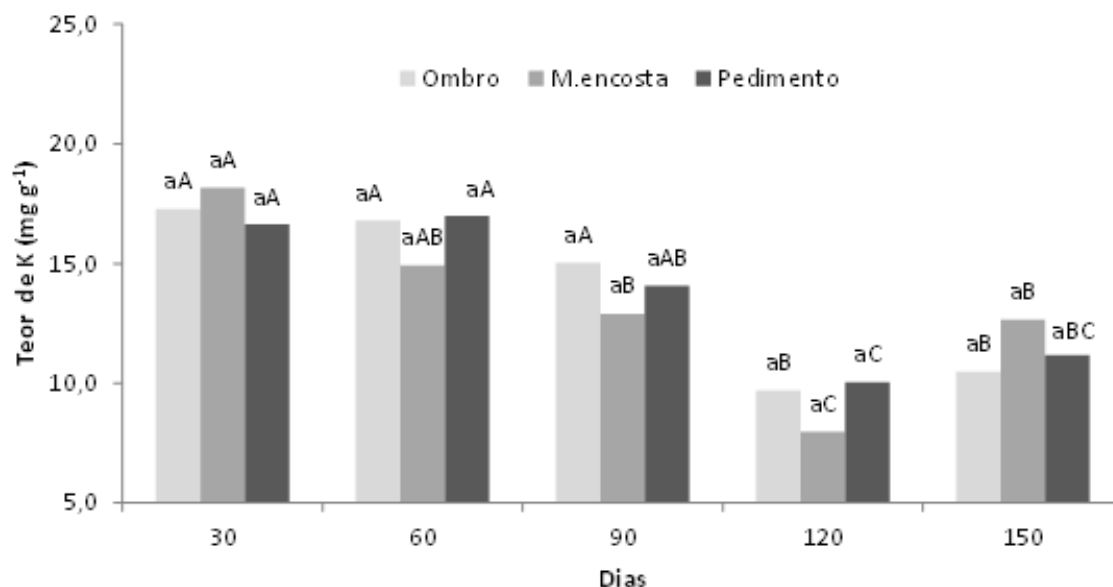


Figura 8. Valores médios (n=4) dos teores de potássio em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição.

É possível observar um decréscimo nos teores de potássio nas posições em relação ao aumento no tempo de corte em dias, esse decréscimo pode estar relacionado com a alta mobilidade do potássio no solo, bem como pela idade da planta, o que corrobora com os resultados de Raij et al. (1996), onde explicam que os teores foliares adequados para a *Brachiaria brizantha* variam de 12 a 30 g kg⁻¹ (o mesmo que 12 a 30 mg g⁻¹), tais níveis podem variar de acordo com a idade da planta, resultados muito semelhantes aos observados na (Figura 8).

Aos 120 dias, houve uma queda nos teores de potássio nas posições da meia encosta e pedimento, já aos 150 dias, observou-se uma pequena ascendência na posição da meia encosta em relação ao corte anterior feito aos 120 dias, esse pequeno aumento

nos teores de potássio, pode estar relacionado a um volume de chuvas que caiu poucos dias antes da coleta.

Faria et.al (2010), avaliando a influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do rio Araguaia, Estado do Tocantins, observou que os teores de K^+ não variaram com a substituição do Cerrado nativo pela pastagem, e sim com a posição do relevo e com a profundidade; os maiores valores foram encontrados no pedimento, na profundidade de 0 -5 cm. Os menores teores foram encontrados em camadas mais profundas, devido provavelmente à maior facilidade de lixiviação do K^+ em relação ao Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Araújo et al. (2004) observaram maiores teores nos primeiros centímetros e até próximo a 10 cm de profundidade. Segundo esses autores, nas áreas cultivadas com pastagem, a distribuição de K^+ ocorre de acordo com a profundidade, apresentando variações maiores nos primeiros 5 cm.

Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey (Figura 9) foi possível observar que não houve diferença significativa entre 30 e 90 dias quando comparados as posições dentro do mesmo dia de corte, também não há diferença significativa dos 30 aos 90 dias de avaliação dentro da mesma posição, porém observa-se uma diminuição dos teores de sódio no corte feito aos 120 dias nas posições da meia encosta e pedimento quando comparados os dias de avaliação dentro da mesma posição.

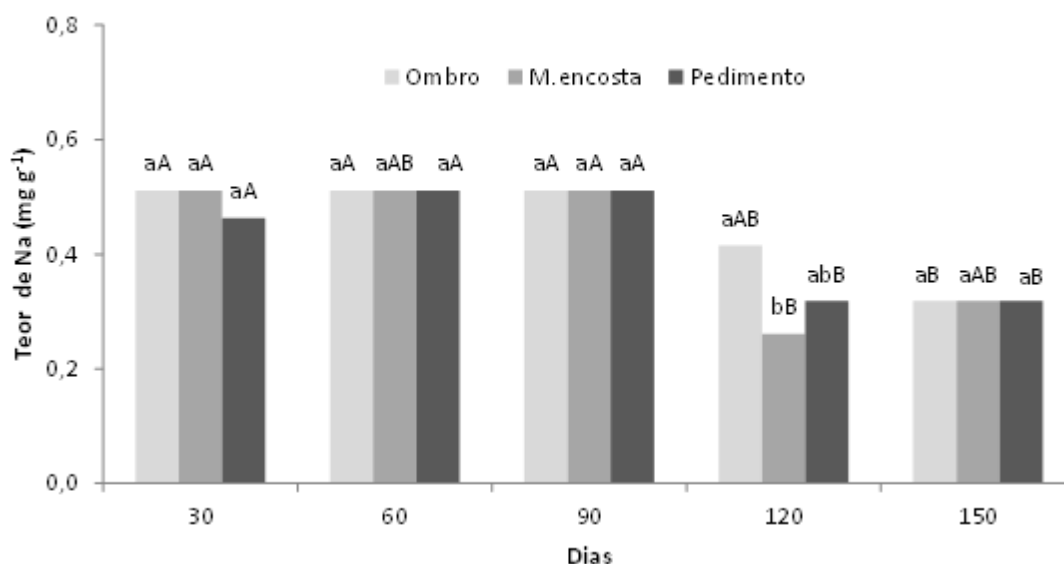


Figura 9. Valores médios (n=4) dos teores de sódio em amostras do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem.

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. Letras minúsculas comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição.

Porém, o teor de sódio em solos mais intemperizados da região tropical úmida é muito baixo ou nulo, não constituindo problemas para a agricultura, diferentemente dos teores encontrados em regiões de semiaridez. Vale salientar que a avaliação foi desenvolvida em ambiente de transição, entre a zona climática de brejo de altitude e semiárido, com maior influência do clima de brejo de altitude sobre a área, o que pode ajudar a entender melhor os níveis de sódio na planta.

Sabe-se que o sódio é absorvido na forma iônica Na^+ , possuindo alta mobilidade em tecidos vegetais com concentrações que variam entre 0,0013 e 35,1 g kg^{-1} , ou seja, 0,0013 e 35,1 mg g^{-1} na matéria seca da parte aérea (INOCÊNCIO et al., 2014). Além disso, os teores desse elemento no solo estão nesse intervalo de valores (Tabela 2), e corroboram os teores na planta.

Korndörfer (2006) relata que a concentração de sódio nas plantas pode variar de 0,0013 a 3,51 dag kg^{-1} , sendo considerado elemento benéfico para muitas espécies, principalmente plantas com metabolismo C4 e CAM (metabolismo ácido das crassuláceas). De acordo com Mengel e Kirkby (2001), o sódio está envolvido na regeneração do fosfoenolpiruvato em plantas C4 e CAM, podendo substituir o potássio em algumas funções, porém em altas concentrações, o sódio pode prejudicar ação enzimática do K, desalojando-o dos sítios de ação das enzimas.

Conteúdo dos nutrientes N, P, K e Na, na matéria seca total de *Urochloa decumbens*, ao longo de 150 dias de avaliação, em três posições do relevo de uma encosta sob pastagem.

Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey para o conteúdo de nitrogênio (Tabela 4), observou-se que quando comparados as posições dentro do mesmo corte, o conteúdo de nitrogênio absorvido pela planta na posição da meia encosta, no corte feito aos 60 dias, foi menor que nas demais posições. Quando comparados os dias de avaliação dentro da mesma posição, observa-se que a posição pedimento se sobressai em relação as demais tendo o maior conteúdo de nitrogênio no corte feito aos 30 dias.

Posição	Dias de Avaliação									
	30	60	90	120	150	30	60	90	120	150
	Matéria seca da Braquiária					Conteúdo de Nitrogênio				
	-----g-----					-----mg-----				
Ombro	16.2	13.7	4.70	6.90	2.50	223abA	179aAB	56.7aC	98.2aBC	43.8aC
Meia encosta	12.6	4.50	4.10	5.70	2.00	192bA	60.2bB	55.9aB	94.2aAB	34.5aB
Pedimento	23.2	15.5	9.8	7.90	3.20	295aA	222aAB	119aBC	151aBC	54.1aC

Tabela 4. Valores médios (n=4) do conteúdo de nitrogênio na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem. Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. Letras minúsculas, nas colunas, comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas, nas linhas, comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição; O conteúdo de Nitrogênio representa o total de nitrogênio absorvido para produção de matéria seca do capim Braquiária, nas respectivas datas amostrais.

Isso pode ser explicado pelo volume de chuvas nesse período, fazendo com que os nutrientes fossem lixiviados para posições mais baixas sendo sedimentado na posição de pedimento, outra observação a ser feita é que a acidez do solo verificada na tabela 2, pode proporcionar uma menor taxa de mineralização da matéria orgânica, reduzindo o estoque de nitrogênio com o tempo de uso da pastagem, implicando no agravamento do nível de degradação, especialmente com aumento da taxa de lotação.

A alta precipitação pluvial causa lixiviação desse nutriente no solo, podendo com isso causar deficiência de nitrogênio nas plantas contidas nas posições mais altas. Sob seca prolongada o processo de absorção por fluxo de massa diminui, com isso pode ocorrer a deficiência de nitrogênio.

Braz et al. (2004) estudando o acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e Mombaça, explicam que na mineralização do tecido foliar de culturas, ocorrem perdas de nutrientes por volatilização, lixiviação, percolação e escorrimto por erosão laminar. Mesmo com essas perdas, estima-se que 60% a 70% do nitrogênio encontrado na biomassa vegetal é reciclado e novamente absorvido pelas plantas do cultivo seguinte (SPAIN e SALINAS 1985).

Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey para o conteúdo de fósforo (Tabela 5) é possível observar que quando comparadas as posições dentro dos mesmos dias de avaliação, a posição pedimento se sobressaiu em relação as demais no corte feito

aos 30 dias, já quando comparamos os dias de avaliação dentro da mesma posição, observa-se que há um declínio do conteúdo de fósforo a cada corte e mais uma vez a posição pedimento se sobressaiu no corte feito aos 30 dias.

Posição	Dias de Avaliação									
	30	60	90	120	150	30	60	90	120	150
	Matéria seca da Braquiária					Conteúdo de Fósforo				
	-----g-----					-----mg-----				
Ombro	16.2	13.7	4.70	6.90	2.50	18,8bA	13,5aAB	5,8aBC	5,1aBC	2,5aC
Meia	12.6	4.50	4.10	5.70	2.00					
encosta						13,6bA	4,2bAB	4,9aAB	3,4aB	1,6aB
Pedimento	23.2	15.5	9.8	7.90	3.20	34,3aA	17,0aB	11,8aBC	5,6aC	3,2aC

Tabela 5. Valores médios (n=4) do conteúdo de fósforo na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem. Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. Letras minúsculas, nas colunas, comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas, nas linhas, comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição; O conteúdo de Fósforo representa o total de Fósforo absorvido para produção de matéria seca do capim Braquiária, nas respectivas datas amostrais.

Isso pode ser explicado pelo fato do experimento ter sido implantado no período chuvoso, de modo que as forrageiras tem maiores concentrações de fósforo no período chuvoso, o que corrobora com Nicodemo (1998) quando afirmou que as forrageiras tendem a apresentar maiores concentrações de fósforo na matéria seca no período chuvoso.

Outra hipótese é a de que as concentrações de fósforo podem variar conforme a idade da planta, como afirmaram Valadares-Filho et al. (2006), esses relataram que as variações nas concentrações de fósforo observadas em gramíneas do gênero *Brachiaria* também podem estar relacionadas à idade da planta, e encontraram valores de 0,35 a 0,47%, em plantas com idade entre 30 e 150 dias.

O fósforo é altamente móvel nas plantas e, quando deficiente, pode ser translocado do tecido antigo de planta para áreas novas, ativamente crescentes, no caso das forrageiras ele é translocado para as folhas mais jovens.

Com base nos resultados obtidos pelo teste de Tukey para avaliação do conteúdo de potássio na matéria seca da pastagem (Tabela 6) quando comparadas as posições dentro dos mesmos dias, observou-se que o maior conteúdo de potássio encontrado foi na posição do pedimento no corte feito aos 30 dias, já quando comparados os dias de

avaliação dentro da mesma posição mais uma vez a posição pedimento se sobressaiu em relação às demais.

Posição	Dias de Avaliação									
	30	60	90	120	150	30	60	90	120	150
	Matéria seca da Braquiária					Conteúdo de Potássio				
	-----g-----					-----mg-----				
Ombro	16.2	13.7	4.70	6.90	2.50	283bA	221aA	69,3aB	69,2aB	26,6aB
Meia encosta	12.6	4.50	4.10	5.70	2.00	233bA	67,1bAB	54,4aB	46,8aB	24,6aB
Pedimento	23.2	15.5	9.8	7.90	3.20	386aA	265aB	140aC	78,7aC	35,3aC

Tabela 6. Valores médios (n=4) do conteúdo de potássio na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem. Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. Letras minúsculas, nas colunas, comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas, nas linhas, comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição; O conteúdo de Potássio representa o total de Potássio absorvido para produção de matéria seca do capim Braquiária, nas respectivas datas amostrais.

Outro ponto importante é que o conteúdo de potássio teve uma redução de forma linear, diminuindo a cada corte até o corte feito aos 90 dias. Isso pode ser explicado pelo fato do potássio ter efeito imediato de disponibilidade para as plantas.

Como podemos observar na (Tabela 6), as maiores absorções de K, aos 30 e aos 60 dias, coincidem com as maiores chuvas (Figura 2) durante o período de avaliação. Isto pode estar associado, com a maior quantidade de água útil no solo (REBEQUI, 2015) nesse período, ou também pelo fato de que com maior incidência de chuva no solo, haverá maior lixiviação do potássio absorvível, que seria utilizado em outros tempos de avaliação do crescimento do pasto. Isso foi confirmado pelo fato de que no pedimento a maior absorção de potássio ter sido maior aos 30 que aos 60 dias de avaliação, e logo após esse período não diferindo estatisticamente ($P \leq 0,05$).

O potássio é um elemento que não participa de componentes funcionais e estruturais da planta, porém (MARSCHNER, 1995; MEURER, 2006) explicam que o desenvolvimento da planta é diretamente ligado à síntese proteica, onde o K é necessário nas etapas, tanto de formação, quanto de ativação enzimática. Encontra-se predominantemente na forma iônica K^+ , uma vez que o nutriente não participa de componentes funcionais e estruturais da planta, e a decomposição dos restos vegetais

libera o potássio na sua totalidade. Desse modo, pode-se considerar um aproveitamento de 100% do potássio proveniente dos restos culturais, porém, perdas desse nutriente por lixiviação podem ocorrer em solos arenosos (SPAIN e SALINAS 1985). Isto explica os resultados da (Tabela 6) que foi maior nos primeiros 30 dias, em todos os cortes e posições, pela maior disponibilidade desse nutriente nesse período.

Observa-se na (Tabela 7) que quando comparadas as posições dentro dos mesmos dias de avaliação, houve diferença significativa aos 30 e 60 dias, onde observa-se que na posição pedimento encontrou-se um maior conteúdo de sódio absorvido pela pastagem em relação a meia encosta, já quando comparados os dias de avaliação dentro da mesma posição observa-se que houve um decréscimo no conteúdo de sódio absorvido pela pastagem.

Posição	Dias de Avaliação									
	30	60	90	120	150	30	60	90	120	150
	Matéria seca da Braquiária					Conteúdo de Sódio				
	-----g-----					-----mg-----				
Ombro	16.2	13.7	4.70	6.90	2.50	8,3abA	7,0aA	2,4aB	2,5aB	0,8aB
Meia	12.6	4.50	4.10	5.70	2.00					
encosta						6,4bA	2,3bB	2,1aB	1,3aB	0,6aB
Pedimento	23.2	15.5	9.8	7.90	3.20	10,8aA	7,9aAB	5,0aBC	2,5aCD	1,0aD

Tabela 7. Valores médios (n=4) do conteúdo de sódio na matéria seca total do capim Braquiária ao longo do tempo (Dias), em três posições do relevo em uma encosta sob pastagem. Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. Letras minúsculas, nas colunas, comparam as posições dentro dos mesmos dias de avaliação; Letras maiúsculas, nas linhas, comparam os dias de avaliação, dentro da mesma posição; O conteúdo de Sódio representa o total de Sódio absorvido para produção de matéria seca do capim Braquiária, nas respectivas datas amostrais.

Na nutrição mineral de plantas, o Na é classificado como elemento benéfico, pois, quando presente no solo ou na solução nutritiva, promove o aumento da produtividade de algumas plantas. No entanto, a influência do conteúdo de Na na matéria seca de pastagem, ainda não está bem claro, porém novos estudos devem ser desenvolvidos em relação a isso, principalmente, devido ao maior rigor do conteúdo de sódio, em alimentos industrializados, entre eles os derivados da carne bovina. Todavia, o conteúdo de Na no tecido vegetal, está aparentemente, em teores baixos o que indica que a carne e o leite produzido nessa pastagem, não possui efeito deletério do sódio.

Apesar de o sódio ter menor importância para a nutrição da planta em relação aos nutrientes como, por exemplo, o potássio ou o magnésio, o sódio controla a pressão osmótica nas células da planta, resultando numa utilização mais eficiente da água.

As funções desempenhadas pelo sódio em plantas ainda não são bem conhecidas, porém o sódio é importante para algumas plantas com metabolismo tipo C4 para absorção de CO₂ e pode desempenhar um papel importante na nutrição de plantas, pois o sódio pode substituir frequentemente o potássio em algumas funções metabólicas e osmorreguladoras e, por isso, os dois nutrientes são intercambiáveis em vários níveis, consoante o grupo de plantas.

Extração total de nutrientes pela *Urochloa decumbens* em 150 dias de avaliação em três posições do relevo de uma encosta sob pastagem, pastejada por bovinos

Posição	N (kg ha⁻¹)	P (kg ha⁻¹)	K (kg ha⁻¹)	Na (kg ha⁻¹)
Ombro	8.08 b	0.56 b	7.78 b	0.25 a
Meia encosta	4.87 c	0.28 b	4.18 c	0.13 b
Pedimento	13.06 a	0.95 a	11.89 a	0.37 a

Tabela 8. Extração de N; P; K e Na em posições topográficas de uma encosta sob pastagem, pastejada por bovinos, em 150 dias de avaliação.

Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente ao nível $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. O conteúdo de nutrientes exportado pelo pasto foi obtido pela fórmula: Nutriente (ext) (kg ha⁻¹) = 0,001 x [matéria seca (kg ha⁻¹) x teor do nutriente (g kg⁻¹)] (PRIMAVESI et al., 2006). Observação: o teor de nutrientes em mg g⁻¹ é igual a g kg⁻¹ pois guardam a mesma relação de proporcionalidade;

De acordo com os dados da (Tabela 8) é possível observar que a extração dos elementos N, P, K e Na, foram maiores na posição do pedimento, seguido da posição do ombro; porém na extração de Na o pedimento não diferiu do ombro ($P \leq 0,05$). A dinâmica de absorção desses nutrientes, bem como a extração e a exportação desses nutrientes da área de pastagem ocorre em função da declividade que determina as variações entre posições, aumentando a deposição de sedimento em uma posição, oriundo da lixiviação de nutrientes ao longo da encosta confirmado pela variação textural (Tabela 1).

Vale salientar que as maiores extrações dos nutrientes no pedimento, aparentemente, tem maior relação com a textura do solo (Tabela 1), do que com o estoque desses nutrientes no solo (Tabela 3), numericamente, os estoques de N, e C (carbono) do solo, são maiores no ombro em relação ao pedimento, e o teor de Na e K, são maiores na meia encosta em relação ao pedimento (Tabela 3). Alguns fatores podem explicar o motivo da maior extração dos nutrientes, pela planta, ser maior no pedimento em relação

às demais posições, mesmo quando os estoques desses nutrientes são menores nas demais posições.

O primeiro fator é o de que as formas absorvíveis dos nutrientes são facilmente lixiviadas das posições superiores do relevo (ombro e meia encosta), para as posições mais baixas (pedimento e várzea) (SANTOS et al., 2009; GALVÃO et al., 2005, SANTOS e SALCEDO, 2010, SANTOS et al., 2002). O segundo fator é o de que ombro e meia encosta são posições com textura argilosa, nesse caso os nutrientes estão se ligando mais fortemente à superfície das argilas, dificultando a disponibilidade para absorção pelo sistema radicular. Ao ponto que o pedimento mais arenoso, possibilita maior quantidade de nutrientes na forma prontamente absorvível pela pastagem.

O terceiro fator, que comprova as teses anteriores, é que a água útil que se encontra entre a capacidade de campo e o ponto de murcha permanente (aquela que está no solo e pode ser absorvida pelas plantas) é maior no pedimento que no ombro e meia encosta, conforme observou Rebequi (2015). Como a planta para absorver nutrientes precisa absorver água, logo a possibilidade de se absorver mais nutrientes onde se absorve mais água, é o que faz a extração de nutrientes no pedimento ser a maior entre as posições avaliadas.

5 CONCLUSÕES

A produção de massa seca foi maior no primeiro corte feito aos 30 dias e época chuvosa, comprovando que a precipitação pluviométrica influenciou de forma significativa no tocante a produção de matéria seca;

A posição da encosta e os intervalos entre cortes e a idade da planta, são fatores que favorecem o desenvolvimento vegetativo do capim braquiária com maior extração dos nutrientes requeridos, contribuindo assim, para um maior teor proteico nas pastagens;

De modo geral, os maiores teores e conteúdo dos nutrientes foram encontrados na posição pedimento o que reforça a tese de que a posição é um fator importante a ser considerado no manejo da paisagem exercendo influência direta nos teores e conteúdo de nutrientes;

A extração dos nutrientes, N, P, K e Na, foi maior na posição do pedimento, seguido da posição do ombro confirmando que a dinâmica de extração, absorção e exportação dos nutrientes pela planta ocorre em função da declividade que determina as variações entre posições, majorando a deposição de sedimento na posição do pedimento, sedimento este, proveniente da lixiviação de nutrientes ao longo da encosta.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, O. J. I. **Gramíneas forrageiras de clima temperado e tropical**. Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina de Forragicultura-I ZAZ 2313. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA). Pirassununga – 2016.
- ALMEIDA, R. G.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. **Uso de gaiolas de exclusão para estimar a produção forrageira e consumo animal em sistemas de pastejo**. Viçosa – MG: UFV/DZO, 2001. Disponível em:<<http://www.forragicultura.com.br/vermat.asp>> Acesso em 28 de abril de. 2017.
- ALVIM, M. J.; BOTRL, M. A.; XAVIER, D. F. **As principais espécies de braquiária utilizadas no país**. Embrapa-Comunicado técnico, Juiz de Fora-MG. 2002.
- ARAUJO, F. F.; CARMONA, G. F.; TIRITAN, C. S. Lodo de esgoto na fertilidade do solo, na nutrição de *Brachiaria decumbens* e na atividade da desidrogenase. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n.1, p.1-6, 2009.
- ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. Uso da terra e propriedades físicas e químicas de Argissolo Amarelo distrófico na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n.1, p. 307-315, 2004.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F. A. Variações nos teores de potássio, cálcio e magnésio em capim-marandu adubado com doses de nitrogênio e de enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.1, p.151-161; 2010.
- BRANCO, R. H. **Degradação de pastagens, diminuição da produtividade com o tempo, conceito de sustentabilidade**. Trabalho apresentado como parte das exigências da disciplina de Forragicultura-ZOO 650. Viçosa-MG, 2000.
- BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN.; H. J.; ZIMMERMANN, F. J. P. Acumulação de nutrientes em folhas de milheto e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34 n. 2, p. 83-87, 2004.

BRAZ, S. P. Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. [online]. v. 31, n. 2, p.858-865, 2002.

BREHM, M. A. S. **Estabilidade e distribuição do tamanho de agregados em duas topossequências sob pastagem com diferentes níveis de conservação**. 2010, 44 p.il. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.

BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen-total. In: PAGE, A. L.; MILLER, R. H.; KEENEY, D. R., eds. **Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties**. Madison, Soil Science Society of America, 1982. Part 2. p.595-624.

BRITO L. F.; SOUZA, Z. M., MONTANARI, R., MARQUES JUNIOR,; CAZETTA, D. A.; CALZAVARA, S. A.; OLIVEIRA, L. Influência de formas do relevo em atributos físicos de um latossolo sob cultivo de cana-de-acucar. **Revista Ciência Rural**., v.36, n.6, p.1749-1755, 2006.

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 29 n. 1 p. 99-108, 2005.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,132 p. 1997.

CANELLAS, L. P.; BERNER, P. G.; SILVA, M. B; SANTOS G. A. Frações de matéria orgânica em seis solos de uma topossequência no estado do Rio de Janeiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.1, p.133-143. 2000.

CHIVAGO, J. A.; PEREIRA, M. G.; MIRANDA, L. P. M.; NETO, H. D. A. Frações da matéria orgânica em seis solos de uma topossequência na Serra da Bodoquema/MS. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31, 2007, Gramado - MS. **Anais ...** 2007.

CORRÊA, L. A.; CANTARELLA, H.; PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; SILVA, A. G. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e

qualidade da forragem de capim-coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 1, p.763-772, 2007.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V. Efeitos quantitativos e qualitativos do nitrogênio e do potássio no desenvolvimento da *Brachiaria brizantha* cv. MG5. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 1, n. 1, p.56-70, 2006.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA I. P.; SEVERIANO, E. C.; SAMPAIO, F. M. T.; CARRIJO, M. S.; RODRIGUES, C. R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. **Ciências Animal Brasileira**, v. 11, n. 2, p. 307-314, 2010.

DECHEN, S. C. F.; LOMBARDI, F.; CASTRO, O. M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n.5, p.133-137, 1981.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Documentos 402. 2014.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. rev., atual. Ampl. Belém - PA, 2011. 215p

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª edição. Rio de Janeiro - RJ: Embrapa Solos, p. 306, 2006.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Embrapa SPI, Brasília DF, Brasil. 2014. Acessado em: 22/07/2017

ENGELS, C.; MARSCHNER, H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, P. E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: M. Dekker, 1995. p. 41-81.

FARIA, A. F. G.; SANTOS, A. C.; SANTOS, T. M.; BATISTELLA F.; Influência do manejo do solo nas propriedades químicas e físicas em topossequência na bacia do Rio Araguaia, estado do Tocantins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, n. 2, p. 517-524, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41,2008.

FERREIRA, E. V. O.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F., COSTA, S. E. V. G. A.; CAO, E. G. Concentração do potássio do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 6, p. 1675-1684, 2009.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M.; Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Revista Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; SANTOS, A. C. Frações de carbono e nitrogênio em função da textura, do relevo e do uso do solo na microbacia do Agreste em Vaca Brava - PB. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 4, p. 955-962, 2005.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. 2003. 231f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

GONÇALVES, L. L.; SILVA, S. F.; ANJOS, J. B.; FONSECA, T. S.; LEITE, R. L. L. **Distribuição da matéria orgânica em uma topossequência de uma área no extremo norte do Tocantins**. Trabalho apresentado na V jornada de iniciação científica e extensão, 2014.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Censo Agropecuário 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=pbetema>> Acessado em: 22/07/2017

INOCÊNCIO, M. F.; CARVALHO, J. NETO, A. E. F.; Potássio, sódio e crescimento inicial de espécies florestais sob substituição de potássio por sódio. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 113-123, 2014

IEIRI, A. Y.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Fontes, doses e modos de aplicação de fósforo na recuperação de pastagem com *Brachiaria*. **Ciência Agrotécnica**, v. 34, n. 5, p. 1154-1160, 2010.

JACOMINE, P. K. T.; RIBEIRA, M. R.; MONTENEGRO, J. O.; SILVA, A. P.; MÉLO FILHO, H. F. R. **I - Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado da Paraíba**. II. Interpretação para uso agrícola dos solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro: MA-Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1972. 670p. (Boletim Técnico, 15; Brasil-SUDENE-DRN). Série Pedologia, Rio de Janeiro, 683p. 1972.

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. F.; FREITAS, F. C. L. Manejo de plantas daninhas no consórcio de milho com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Planta Daninha**, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

JARVIS, S. C.; SCHOLEFIELD, D.; PAIN, B. Nitrogen cycling in grazing systems. In: BACON, P. E. (Ed.). **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: M. Dekker, 1995. p. 381-420.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KORNDÖRFER, G. H. Elementos benéficos. In: Fernandes, M. S. (ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: SBCS, p. 355-374. 2006.

KUMHALOVA, J.; MOUDRY, V. Topographical characteristics for precision agriculture in condition of the Czech Republic. **Applied Geography**, v. 50, p. 90-98, 2014.

LIMA, A. G.; SALCEDO, I. H.; FRAGA, V. S. **Composição botânica e cobertura do solo de pastagens de Brachiaria, em função da forma e posição no relevo**. In:

Fertilidade do solo e produção de biomassa no Semi-árido. Ed. universitária da UFPE, Recife, p. 89-104, 2008.

MACIEL, M. S.; JÚNIOR, H. A. S.; SANTANA, E. O. C.; FERREIRA, A. H. C.; FIGUEIREDO, C. B.; OLIVEIRA, Z. F.; CARDOSO, E. S.; SANTOS, M. S.; FILHO, G. A. Avaliação de pastagem com animais: do tradicional ao moderno. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 11, n. 5, p. 3700-3713, 2014.

MARI, L. J. **Intervalo entre corte em capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas a fermentação da silagem**. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte: fundamentos e aplicações**. Brasília, DF 176 p. Embrapa, 2015.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Worblaunden-Bern, Switezland: International Potash Institute, 2001. 849p

MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 281-298. 2006.

MONTANARI, R.; JÚNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T.; Z. SOUZA, M. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana -de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 1, p. 69-77, 2005.

MONTEIRO, F. A.; VENDDEMIATTI, J. A.; SILVEIRA, C. P. **Concentração de enxofre e relação N:S em folhas diagnósticas de capim-tanzânia suprido de doses de nitrogênio e enxofre**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootécnia, (CD-ROM). 2004.

MUÑOZ, J. D.; STEIBEL, J. P.; SNAPP, S.; KRAVCHENKO, A. N. Cover crop effect on corn grow thand yield as influenced by topography. **Agriculture, Ecosystems e Environment**, v. 189, p. 229-239, 2014.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analítica Chimica Acta**, Oxford, v. 27, p. 31-36, 1962.

NICODEMO, M. L. F.; SOUSA, J. C.; GOMES, R. F., NUNES, V. A.; ROSA, I. V.; VIANA, J. A. C. Fontes de fósforo em misturas minerais para novilhas em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 4, p. 801-808, 1998.

OLIVEIRA, L. B. T. Variabilidade espacial das respostas produtivas e morfológicas do capim-marandu em função dos atributos químicos e topográficos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 772-783, 2015.

OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, W.S. Eficiência da fertilização nitrogenada com uréia (¹⁵N) em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu associada ao parcelamento de superfosfato simples e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 613-620, 2003.

OLIVEIRA, S. B.; CAIONE, G.; CAMARGO, M. F.; OLIVEIRA, A. N. B. O.; SANTANA, L. Fontes de fósforo no estabelecimento e produtividade de forrageiras na região de Alta Floresta - MT. **GLOBAL SCIENCE AND TECHNOLOGY**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2012.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. C.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1349-1358, 2000.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 2, p. 562-568, 2006.

RAIJ, B. V; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. **Boletim de recomendação de correção do solo e fertilidade do estado de São Paulo** (Boletim 100). IAC, Campinas - SP, 1996.

RAPOSO, E. **Dinâmica de carbono e nitrogênio em pastos de capim-xaraés submetidos a diferentes resíduos pós-pastejo**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013.

REBEQUI, A. M. **Dinâmica da água, do carbono e da produtividade em encosta sob pastagem**. 2015, 54 p. II. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

RODRIGUES, A. L. P., SAMPAIO, I. B. M., CARNEIRO, J. C. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004.

ROSSI, C.; MONTEIRO, F. A. Doses de fósforo, épocas de coleta e o crescimento e diagnose nutricional nos capins braquiária e colonião. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1101-1110, 1999.

SANTOS A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B.; GALVÃO, S. R. S. Influência do uso e da posição do perfil no relevo na fertilidade de solos em áreas de encosta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 1, p. 31-37, 2009.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Relação entre o relevo e as classes texturais do solo na microbacia hidrográfica de Vaca Brava, PB. **Revista Brasileira Cartografia**, v. 54, n.1, p. 86-94, 2002.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H.; GALVÃO, S. R. S. Relações entre uso do solo, relevo e fertilidade do solo em escala de microbacia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 5, p. 498-504, 2008.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H. Relevo e fertilidade do solo em diferentes estratos da cobertura vegetal na bacia hidrográfica da represa Vaca Brava, Areia – PB. **Revista Árvore**, v. 34, n. 2, p. 277-285, 2010.

SILVA, R. F.; TOMAZI, M.; PEZARICO, C. R.; AQUINO, A. M.; MERCANTE, F. M. Macrofauna invertebrada edáfica em cultivo de mandioca sob sistemas de cobertura do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 865-871, 2007.

SNYDER, J. D.; TROFYMOW, J. A. A rapid accurate wet oxidation diffusion procedure for determining organic and inorganic carbon in plant and soil samples. **Soil Sci. Plant Anal.**, 15:587-597, 1984.

SOARES FILHO, C. V. **Recomendação de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: USP, 1994. p. 25- 48.

SOUTELLO, R. V. G.; MARIN, C. M.; TAVONE, A.; CARDOSO, J. F.; BARBOSA, M. C.; PEREIRA, R. C. Importância do fósforo na suplementação mineral de bovinos de corte. **Ciências Agrárias e da Saúde**, v. 3, n. 1, p. 49-54, 2003.

SOUZA, R. F.; PINTO, J. C.; SIQUEIRA, J. O. Micorriza e fósforo no crescimento de *Brachiaria brizantha* e *Stylosanthes guianensis* em solo de baixa fertilidade. 1. Produção de matéria seca e proteína bruta. **Pasturas Tropicais**, v. 21, n.3, p. 19-23, 1999.

SPAIN, J. M.; J. G. SALINAS. **A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais**. In Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo. **Anais...** Ilhéus-BA. 1985. 341 p.

THOMAS, R. L; SHEARRD, R. W; MOYER, J. R. Comparison of conventional and automated procedures for N, P and K analysis of plant material using a single digestion. **Agron. J.**, Madison, 5: p. 240-243, 1967.

VALADARES-FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa - MG, 142p. 2006.

VELASCO, F. O. **Valor nutricional da *Brachiaria decumbens* em três idades**. 106 f. il. Tese (Doutorado em Zootécnia) – Universidade Federal de Minas Gerais. 2011.

VILELA, L.; SOARES, W. V.; SOUZA, D. M. G.; MACEDO, M. C. M. **Calagem e adubação para pastagens na região do cerrado**. Planaltina: Embrapa-CPAC, circular técnico 37, 16p, 1998.

ZHU, Q.; SCHMIDT, J. P.; BRYANT, R. B. Maize (*Zeamays L.*) yield response tonitrogen as influenced by spacio-temporal variation sof soil-water-topography dynamics. **Soiland Tillage Research**, v. 146, p. 174-183, 2015.